

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-311921

(P2000-311921A)

(43) 公開日 平成12年11月7日 (2000. 11. 7)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テームト* (参考) |
|-------------------------------------|-------|---------------|-------------------|
| H 0 1 L 21/60 | 3 1 1 | H 0 1 L 21/60 | 3 1 1 S 4 M 1 0 9 |
| | | 21/56 | R 5 F 0 4 4 |
| 21/56 | | 21/92 | 6 0 2 L 5 F 0 6 1 |
| 23/12 | | | 6 0 2 G |
| 23/29 | | 23/12 | L |
| 審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁) 最終頁に続く | | | |

(21) 出願番号 特願平11-120074

(22) 出願日 平成11年4月27日 (1999. 4. 27)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 岩津 聡

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 岩淵 寿章

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100094053

弁理士 佐藤 隆久

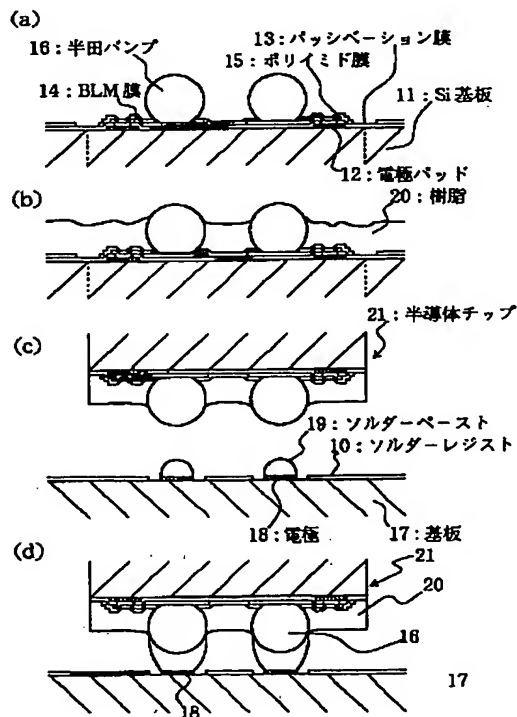
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 基板に対しバンプを介してチップを接合する半導体装置において、バンプ接合の信頼性を高めた半導体装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 金属バンプ (半田バンプ) 16 をウェーハ状態で形成する工程と、このウェーハ状態で半導体チップ21の配線面を保護する樹脂20をコーティングする工程と、前記半導体チップをウェーハから切り離す工程とを有する半導体装置の製造方法において、前記金属バンプ16は、その根元部がくびれた形状で半導体チップ21の配線面に接合され、前記樹脂20は、前記金属バンプ16の根元部を覆ってコーティングされる。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に根元部がくびれた金属バンプが接合され、

該金属バンプの根本部を覆ってこの基板上面が樹脂でコーティングされたことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】前記樹脂は、ヤング率が約 1200 kgf/mm^2 以上で、線膨張率が約 $20\text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 以下であり、厚さが約 $40\text{ }\mu\text{m}$ 以上約 $110\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】前記金属バンプは表面研磨された上面を有し、この上面と前記樹脂の最小塗布厚部分との高さの差が約 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上約 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項4】前記樹脂は、前記金属バンプの根元部で裾広がり状に傾斜してこの根元部を埋めることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項5】金属バンプをウェーハ状態で形成する工程と、

このウェーハ状態で半導体チップの配線面を保護する樹脂をコーティングする工程と、

前記半導体チップをウェーハから切り離す工程とを有する半導体装置の製造方法において、

前記金属バンプは、その根元部がくびれた形状で半導体チップの配線面に接合され、

前記樹脂は、前記金属バンプの根元部を覆ってコーティングされたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項6】前記樹脂は、スピンコート法によりコーティングされ、

この樹脂のヤング率が約 1200 kgf/mm^2 以上で、線膨張率が約 $20\text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 以下であり、厚さが約 $40\text{ }\mu\text{m}$ 以上約 $110\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項5に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】ウェーハ状態で前記金属バンプの表面を研磨する工程を有し、

この研磨面と前記樹脂の最小塗布厚部分との高さの差が約 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上約 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項5に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項8】前記樹脂は、前記金属バンプの根元部で裾広がり状に傾斜してこの根元部を埋めるようにコーティングされることを特徴とする請求項5に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体装置およびその製造方法に関する。より詳しくは、金属バンプの接合部の強度を高めるための改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】CSP (Chip Size Package) 等の半導体装置でフリップチップ方式のものはICチップの配線面が基板に直接向き合い、基板の配線パターンとは、半

2

田や金あるいは銅又はこれらの合金による導電体の接合部を介して導通される。しかしながら、半導体のICチップは一般にシリコンからなり、主として樹脂からなる配線基板とは熱に対する線膨張係数が大きく異なるため、実際の使用時にチップや周辺デバイスから受ける熱によって膨張する量の違いによりストレスを発生する。多くの場合、このストレスに一番弱い部分はパッケージと基板の接合部であり、特にフリップチップ方式の場合リード部がなく、ストレスを緩和する部分が少ないため、接合の信頼性を高める必要がある。

【0003】従来のフリップチップ方式において、接合の信頼性を高めるために、アンダーフィルと呼ばれる樹脂で基板とチップ間の隙間を接合して補強することにより接合信頼性の向上を図る方法があった。しかしながら、この方法はパッケージのリワーク性を悪くする。したがって、基板とチップ間の接合は、半田のみで接合され、かつ接合の信頼性の高い方法が望まれていた。

【0004】フリップチップ方式の中でも、ウェーハレベルでパッケージングされるEBC (Encapsulated Bump Chip) のような構造体 (後述の図4 (f) 参照) においては、その製造方法上、スピンコートでウェーハ表面保護用の樹脂塗布を行うため、コーティング樹脂の塗布厚は、樹脂のヤング率および粘性に影響される。

【0005】樹脂の材料特性は無数に選択性があり、単に配線保護膜として樹脂を使用するだけなら、低ヤング率で低粘性の樹脂を用いればよいが、この樹脂にバンプの接合信頼性を高める機能をもたせ、かつスピンコートする場合に樹脂が所定時間内に均一な高さで塗布できるという特性をもたせるためには、使用する樹脂を適正に選定する必要がある。

【0006】また、樹脂の塗布厚は後述の理由によって、バンプの接合面の特にICチップとの接合面を補強する作用に大きく影響するため、適正な塗布厚の設定が必要になる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】図6 (a) は、半導体パッケージ (EBC) の半田バンプと基板の接合状態を示したものである。基板1上に半導体チップ2が搭載される。半導体チップ2は、半田の一次バンプ3および半田の二次バンプ4を介して基板1上に接合される。

【0008】この半導体パッケージ (半導体装置) に温度降下が起こると、基板1および半導体チップ2にはそれぞれA、Bに示すように収縮力が作用する。この場合、線膨張率の違いにより、基板1のAの収縮量は半導体チップ2のBの収縮量より大きくなる。したがって、図6 (b) に示すように、この膨張差 (収縮量の差) により、パッケージが変形し、同図 (c) に示すように半田バンプの接合部に引張り応力Cが発生する。

【0009】半田バンプが応力を受けて壊れる箇所は、可能性として、チップと半田の間、基板と半田の間、一

(3)

3
次パンプと二次パンプの間の3箇所である。しかしながら、パンプの形成において、接合面積がそれぞれ同等であれば、先に壊れる可能性がある箇所は通常チップと半田の間となる。この理由は、基板側は基板自体のヤング率が低いため、半田接合面の直下で歪みを吸収するためであり、ICチップ接合面側にはそのような歪みを吸収する緩和機構がないためである。また、半田と接合部の例えばCuが高温にさらされて合金層を作ると、その層は脆くなってしまうが、製造の工程上、熱にさらされる頻度はICとの接合面の方が多いためでもある。

【0010】すなわち、フリップチップ方式のような構造体において、半田接合により基板との接合を保持させている場合には、ICチップと半田間、基板と半田間のそれぞれの接合面積がほぼ同じである場合、半田の寿命を向上させるためには、ICチップと半田間の接合強度を高めることが重要である。

【0011】このICチップと半田間の応力発生状態は、前述のように図6(b)(c)に示されている。例えば、ICチップがマウントされた基板を100℃から0℃に冷却したとする。そのときの基板の変形は、ICチップに比べ基板の収縮量が大きいので、図6(b)のように反る状態となる。この場合の半田に主として作用する応力は、図6(c)に示すような引張り応力である。

【0012】このような引張り応力により、半田接合の根元部分にクラックが入りやすく、この部分が壊れやすくなる。特に半田の根元部分がくびれて中央部より細い形状のパンプの場合にこのような熱応力の影響が大きくなる。

【0013】本発明は上記従来技術を考慮したものであって、基板に対しパンプを介してチップを接合する半導体装置において、パンプ接合の信頼性を高めた半導体装置およびその製造方法の提供を目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明では、基板上に根元部がくびれた金属パンプが接合され、該金属パンプの根本部を覆ってこの基板上面が樹脂でコーティングされたことを特徴とする半導体装置を提供する。

【0015】この構成によれば、パンプ接合の根元部が細くなった金属パンプの根元部分が樹脂で覆われて補強されるため、接合の信頼性が向上する。

【0016】この補強作用の原理をさらに説明すると、本発明では、図1(a)に示すように、基板1と半導体チップ2が、一次パンプ3および二次パンプ4からなる半田等の金属パンプ5により接合され、半導体チップ2の回路形成面(図の下面側)が保護用の樹脂6で覆われている。この金属パンプ5の接合の根元部分は樹脂6により覆われ埋め込まれる。

【0017】このような構成において、温度降下時に前

述のように、熱応力が発生し、金属パンプ5と半導体チップ2との間の接合面Pに引張り応力Cが作用し、金属パンプ5の根元部の接合を剥離する方向にこの引張り応力Cが作用する。これに対処して、本発明構造では、半導体チップ2にコーティングされた樹脂6が冷却時に図1(a)に示すように、収縮力Dを発生させる。この収縮力Dは、引張り応力Cによる剥離作用をキャンセルする方向に作用する。これにより、金属パンプ5の根元部分が補強され、接合面Pの接合強度が高まり、接合信頼性が向上して接合寿命が延び、長期にわたって安定した機能が達成される。

【0018】好ましい構成例では、前記樹脂は、ヤング率が約1200kgf/mm²以上で、線膨張率が約20ppm/℃以下であり、厚さが約40μm以上約110μm以下であることを特徴としている。

【0019】この構成によれば、樹脂のヤング率を約1200kgf/mm²以上とすることで、樹脂による低応力化の実用上適正な効果が得られる。この場合、上限については特に限定していないが、通常の樹脂材料で得られるヤング率の範囲であればよい。同様に線膨張率に関し、約20ppm/℃以下にすることにより低応力化の実用上適正な効果が得られ、樹脂の膜厚に関しては、約40~110μmとすることにより実用上適正な低応力効果が得られる(後述の図2参照)。

【0020】図2は、2種類の樹脂による低応力化の効果を示す。樹脂Aは、ヤング率が720kgf/mm²で線膨張率が34ppm/℃であり、樹脂Bは、ヤング率が1430kgf/mm²で線膨張率が17ppm/℃である。ヤング率が高い方が低い方より効果が大きいことが分る。この場合、樹脂を例えばスピコートでウェーハ上に均一な厚さで40μm以上に塗布するためには、ある程度ヤング率の高い樹脂を使用しなければならない。したがって、この樹脂の厚さを大きくすることにより、ヤング率の高い樹脂を使用することによって、相乗効果が得られる。

【0021】さらに好ましい構成例では、前記金属パンプは表面研磨された上面を有し、この上面と前記樹脂の最小塗布厚部分との高さの差が約10μm以上約50μm以下であることを特徴としている。

【0022】この構成によれば、パンプ上面と樹脂上面の高さの差が約10μm~50μmとすることにより、チップ側の接合面と基板側の接合面に対しバランスよく適正な樹脂の収縮力が作用して適正な低応力作用が得られる。10μm未満であれば、基板側の接合面に対し樹脂からの剥離力が強過ぎ、50μmより差が大きくなるとチップ側の接合面に対する低応力化の作用が小さくなりすぎる。

【0023】これをさらに説明すると、図1(a)において、樹脂6の塗布高さ(膜厚)Hを一次パンプ3の高さhと同じにした場合、樹脂6の収縮力Dは接合面Qか

(4)

5

ら見た作用としては、引張り応力となるため、接合面Qに対する剥離力をかえて大きくすることになる。

【0024】したがって、接合面Pから見ると、樹脂6の厚さはなるべく大きくする方がよいが、あまり大きくすると接合面Qに対して剥離力を増大させることになる。

【0025】半田接合部にかかる応力と樹脂の厚さの関係は、前述の図2にグラフ化されている。このグラフは、一次パンプの高さを $110\mu\text{m}$ とした場合の半田部の温度サイクルによる応力振幅巾を示す。樹脂の厚さが少ない場合は接合面Pの応力が高く、樹脂の厚さが大きくなると接合面Qの応力が高くなるため、樹脂の厚さは半田の応力に対し、適正值（極値）をもつことが分る。

【0026】この極値の値は、チップの大きさ、基板の種類等により若干変動するが、おおむね、一次パンプの高さを h とした場合、 h より $10\sim 50\mu\text{m}$ 低い程度で適正值（極値）をもつ。なお、この場合、樹脂をスピコートすると、パンプの周辺に表面張力によって、図1(b)のように上昇してパンプ7の側面を覆うような形状となるため、どこの高さをもって樹脂の厚さというかが問題となるが、ここで言う樹脂の厚さとは、これら表面張力に影響されない部分での厚さを言う。

【0027】さらに好ましい構成例では、前記樹脂は、前記金属パンプの根元部で裾広がり状に傾斜してこの根元部を埋めることを特徴としている。

【0028】この構成によれば、樹脂が裾広がり状にパンプの根元部分を覆うため、無駄のない形状で、補強の強度が高まって、接合の信頼性がさらに向上する。

【0029】本発明ではさらに上記本発明に係る半導体装置の製造方法として、金属パンプをウェーハ状態で形成する工程と、このウェーハ状態で半導体チップの配線面を保護する樹脂をコーティングする工程と、前記半導体チップをウェーハから切り離す工程とを有する半導体装置の製造方法において、前記金属パンプは、その根元部がくびれた形状で半導体チップの配線面に接合され、前記樹脂は、前記金属パンプの根元部を覆ってコーティングされたことを特徴とする半導体装置の製造方法を提供する。これにより、前述の本発明の半導体装置を好適に製造することができる。

【0030】このような製造方法において、好ましくは、前記樹脂は、スピコート法によりコーティングされ、前述のように、この樹脂のヤング率が約 $1200\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上で、線膨張率が約 $20\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であり、厚さが約 $40\mu\text{m}$ 以上約 $110\mu\text{m}$ 以下である。

【0031】さらに好ましくは、ウェーハ状態で前記金属パンプの表面を研磨する工程を有し、この研磨面と前記樹脂の最小塗布厚部分との高さの差が、前述のように、約 $10\mu\text{m}$ 以上約 $50\mu\text{m}$ 以下である。

【0032】この製造方法において、さらに好ましく

6

は、前記樹脂は、前述のように、前記金属パンプの根元部で裾広がり状に傾斜してこの根元部を埋めるようにコーティングされる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図3(a)～(d)は、本発明の実施の形態にかかる半導体装置の製造プロセスを順番に示す要部断面図である。

【0034】図3(a)に示すように、ウェーハ状態のSi基板11上にAl（アルミニウム）の電極パッド12が形成され、 Si_3N_4 およびポリイミド膜からなるパッシベーション膜13が設けられる。このSi基板上11上に、電極パッド12と接続して再配置されたBLM（Ball Limiting Metal）膜14が形成される。また、最表面の保護のためとパンプ濡れ面を与えるためにポリイミド膜15が設けられる。BLM膜14上に半田パンプ16が接合される。

【0035】次に、同図(b)に示すように、このウェーハ状態のSi基板11上にスピコートにより、樹脂20がコーティングされる。樹脂20としては、エポキシレジン系の樹脂、例えば、1.6-ビス（2.3エポキシプロキシ）ナフタリンが用いられる。これは前述の図2の樹脂Aに相当するものであり、コーティングの厚さやパンプとの高さ関係は前述のとおりである。

【0036】次に、同図(c)に示すように、ダイシング工程でウェーハから上記構成の半導体チップ21を切り出し、基板17に対向させる。基板17上には、電極18が形成され、その上に溶剤ペースト19が設けられる。基板上面は溶剤レジスト10で覆われる。

【0037】続いて、同図(d)に示すように、半導体チップ21を基板17に対しフリップチップ方式で接合して、基板17の電極18とチップ側の半田パンプ16とを接続する。

【0038】図4(a)～(d)および図5(e)～(g)は、本発明の実施の形態に係る半導体装置製造方法のプロセスをさらに詳しく順番に示す説明図である。この実施形態においては、まず図4(a)に示すように、ウェーハ22のSi基板11上に複数の半導体チップ21を形成する。この半導体チップ21の構成は前述の図3で説明したものと同一である。

【0039】次に図4(b)に示すように、ウェーハ22の状態のSi基板11上にスピコートにより樹脂20をコーティングする。この樹脂20は約 $120\sim 150^\circ\text{C}$ でキュアされて各半田パンプ16は根元部分を含めて固定強化される。

【0040】次に同図(c)に示すように、半田パンプ16の上部を研磨してこの上部を被覆している樹脂を除去する。この研磨は、パンプの最大径（最も膨らんでいる部分）まで均一に研磨する。これにより、各半田パンプ上面を半田が露出したリフレッシュ面とする。これに

(5)

より、一次パンプ16aが形成される。

【0041】次に同図(d)に示すように、クリーム半田印刷法により、マスク23を介してスキージ24を用いて、クリーム半田25を一次パンプ16a上に印刷塗布する。

【0042】このクリーム半田25を、例えばウェットバック熱処理により丸めた状態で硬化し、図5(e)に示すように、一次パンプ16a上に二次パンプ25aを形成し、パンプ高さを高くして高信頼性のパンプ26を形成する。

【0043】続いて、この半導体チップ21をダイシングしてウェーハから切り出し(同図(f))、前述の図3(c)(d)と同様に、基板17上に接合する(図5(g))。

【0044】なお、スピンコートされた樹脂20の上面と研磨された一次パンプ16aのリフレッシュ面との間に高低差を設け、これにより、一次パンプ16aと二次パンプ15aとの接合面に発生する応力集中の緩和を図ってもよい。

【0045】一次パンプの研磨により、前述のように、パンプ上面の樹脂が除去されるとともに、接合面自体の面積を広げる効果も得られる。この一次パンプと二次パンプの接合面が前述の図1(a)のようにくびれて細くなっている場合には、この接合面に対しても樹脂で覆うようにコーティングして十分なパンプの補強を図ることが望ましい。なお、パンプは半田に限定されず、AuやCuあるいはその他の合金等の金属で形成することができる。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては、パンプ接合の根元部が細くなった金属パンプの根元

部分が樹脂で覆われて補強されるため、接合の信頼性が向上する。これにより、パンプ部分の応力が低下して、半導体パッケージの温度サイクルに対する信頼性が向上する。

【0047】また、フリップチップ型半導体パッケージは大型化すると半田パンプにかかる応力が増大するため大型化が困難であったが、本発明の樹脂の補強により、大きな回路を搭載した大型の半導体パッケージが実現可能になる。また、アンダーフィル材で半田接合部を補強する必要がないので、リワーク性が向上する。また、補強用のパンプを設ける必要がなくなり、その分、配線用のパンプを多く設けることができ、スペースを有効に利用して高密度配線が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の基本構成説明図。

【図2】 本発明の効果を示すグラフ。

【図3】 本発明の半導体装置製造方法のプロセス手順説明図。

【図4】 本発明の別の半導体装置製造プロセス手順の説明図。

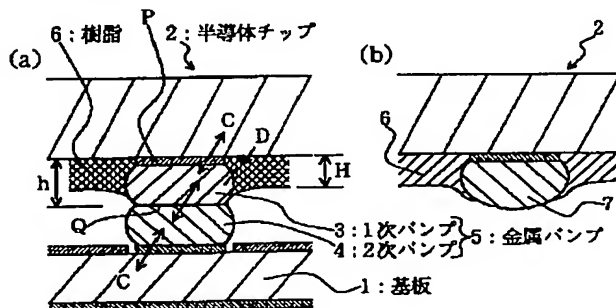
【図5】 図4の手順に続くプロセスの説明図。

【図6】 従来の半導体装置の問題点の説明図。

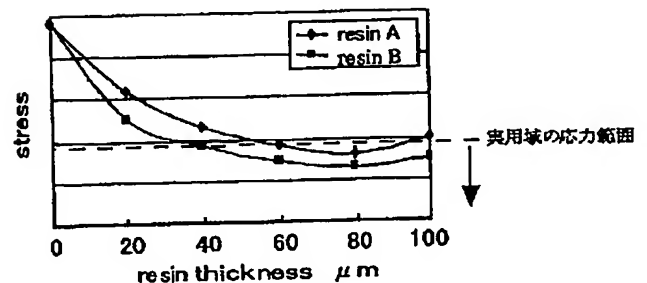
【符号の説明】

1：基板、2：半導体チップ、3：一次パンプ、4：二次パンプ、5：金属パンプ、6：樹脂、7：パンプ、11：Si基板、12：電極パッド、13：パッシベーション膜、14：BLM膜、15：ポリイミド膜、16：半田パンプ、16a：一次パンプ、17：基板、18：電極、19：溶剤ペースト、20：樹脂、21：半導体チップ、22：ウェーハ、25：クリーム半田、25a：二次パンプ、26：パンプ。

【図1】

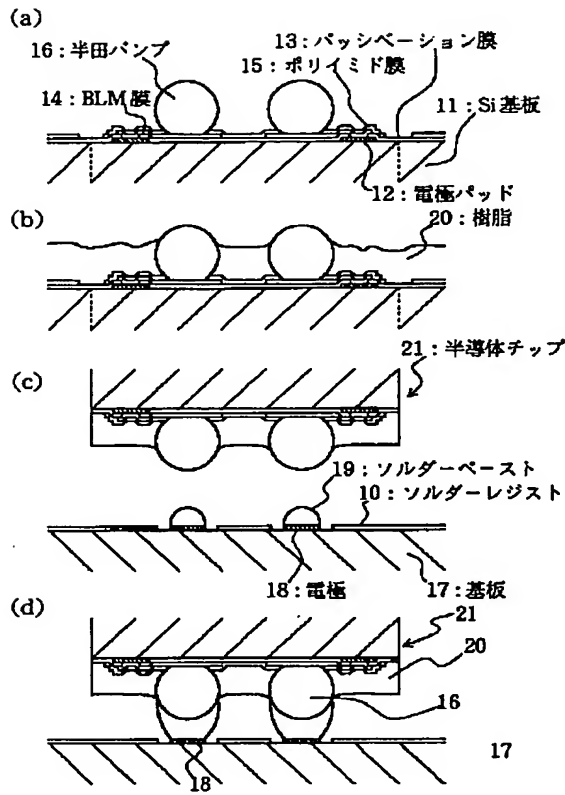


【図2】

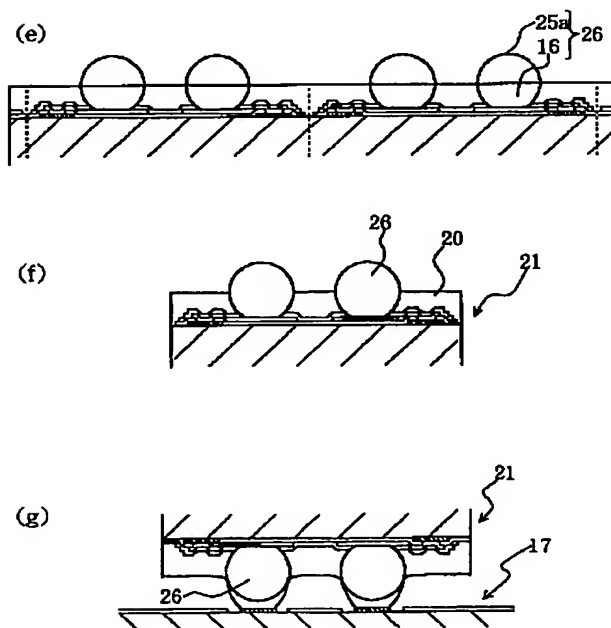


(6)

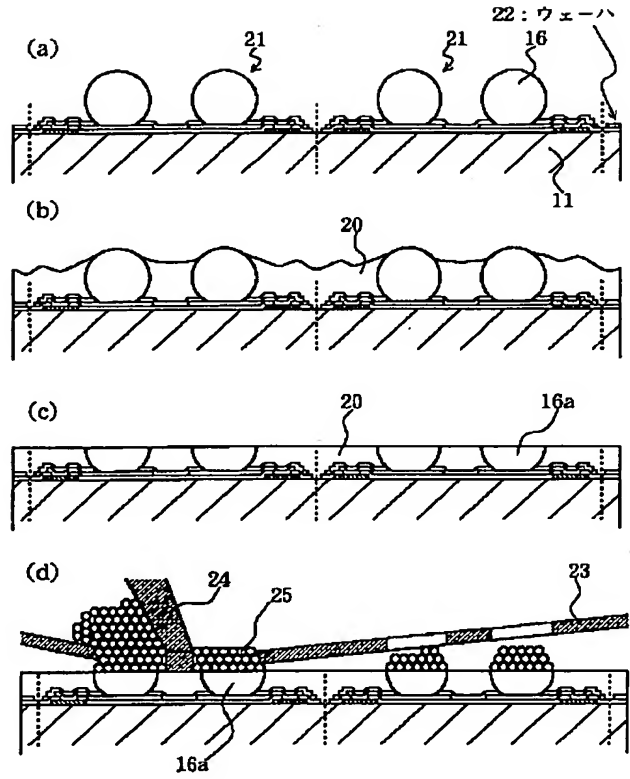
【図3】



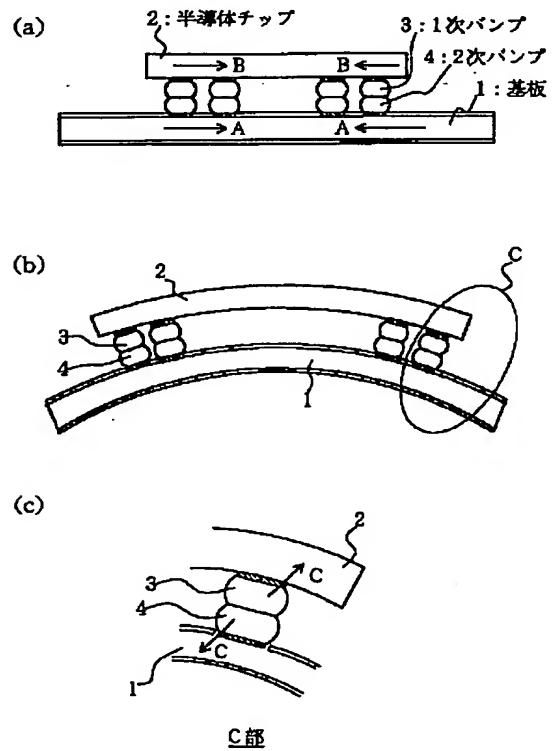
【図5】



【図4】



【図6】



(7)

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 1 L 23/31

H 0 1 L 23/30

D

(72) 発明者 斎藤 隆

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

F ターム (参考)

4M109 AA01 BA03 CA10 DB17 EE02

5F044 LL01 QQ02 QQ03 QQ04 RR17

RR18 RR19

5F061 AA01 BA03 CA10 CB04 CB13